

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 04-012092

(43)Date of publication of application : 16.01.1992

(51)Int.Cl.

C30B 25/18  
C30B 29/40  
// H01L 21/205

(21)Application number : 02-110594

(22)Date of filing : 27.04.1990

(71)Applicant : SUMITOMO ELECTRIC IND LTD

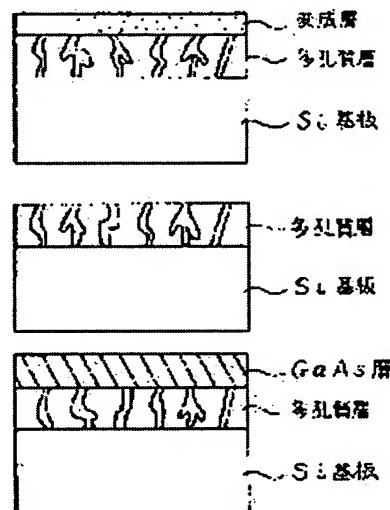
(72)Inventor : KIMURA HIROYA  
KOUKADO KOUICHI  
SHIRAKAWA FUTATSU

## (54) COMPOUND SEMICONDUCTOR AND METHOD FOR GROWING THE SAME

## (57)Abstract:

PURPOSE: To obtain a compound semiconductor having low dislocation density and improved crystallinity by growing a compound semiconductor on a porous silicon substrate free from surface-modification layer.

CONSTITUTION: A silicon substrate is anodized in a solution such as hydrofluoric acid at a current density of 0.1-200mA/cm<sup>2</sup> to form a porous layer having a thickness of 5-300μm and pore diameter of 20-300Å; near the surface of the silicon substrate. The surface modification layer is removed by etching, mechanical grinding, etc., to expose the porous layer to the surface. A compound semiconductor is grown on the silicon substrate.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

平4-12092

⑬ Int. Cl.<sup>5</sup>

C 30 B 25/18

29/40

// H 01 L 21/205

識別記号

5 0 2 G

庁内整理番号

7158-4G

7158-4G

7739-4M

⑭ 公開 平成4年(1992)1月16日

審査請求 未請求 請求項の数 2 (全3頁)

⑮ 発明の名称 化合物半導体及びその成長方法

⑯ 特 願 平2-110594

⑰ 出 願 平2(1990)4月27日

⑱ 発 明 者 木 村 浩 也 兵庫県伊丹市昆陽北1丁目1番1号 住友電気工業株式会社伊丹製作所内

⑲ 発 明 者 香 門 浩 一 兵庫県伊丹市昆陽北1丁目1番1号 住友電気工業株式会社伊丹製作所内

⑳ 発 明 者 白 川 二 兵庫県伊丹市昆陽北1丁目1番1号 住友電気工業株式会社伊丹製作所内

㉑ 出 願 人 住友電気工業株式会社 大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号

㉒ 代 理 人 弁理士 内 田 明 外2名

明 細 書

1. 発明の名称

化合物半導体及びその成長方法

2. 特許請求の範囲

(1) 多孔質シリコン基板上に成長させた化合物半導体において、表面変成層のない多孔質シリコン基板を用いたことを特徴とする化合物半導体。

(2) 多孔質シリコン基板上に化合物半導体を成長させる製造方法において、陽極化成法によりシリコン単結晶を多孔質化したシリコン基板に対し、予めエッチングまたは機械的研磨等を施すことにより、該基板表面の変成層を除去した後、化合物半導体を成長させることを特徴とする化合物半導体の製造方法。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は、多孔質シリコン基板上に成長させたⅢ-V族、Ⅱ-VI族、Ⅳ-Ⅳ族等の化合物半導体及びその製造方法に関する。

(従来の技術)

シリコン基板は、大面積化が容易であり、軽度で高い熱伝導率を有し、安価であるところから、該基板の上に化合物半導体を成長させる試みがなされてきた。

しかし、例えば、シリコンとGaAsとの間に約4%の結晶格子定数の差があるため、シリコン基板上に格子定数の異なる化合物半導体のヘテロエピタキシャル成長を行うときには、通常の成長方法では良好な結晶を得ることはできず、例えば、基板単結晶の面指数について角度を僅かにずらせたオフアングルシリコン基板、Geバッファ層を有するシリコン基板を用いる方法が試みられている。さらに、「Solid State Technology(1988-1)日本語版p.41-49」の例のように、850-900℃程度の高温で熱処理したシリコン基板の上に、400-450℃程度の低温で200Å以下の薄いGaAs層を成長させ、その後通常の高温成長を行う二段階温度成長法も試みられているが、必ずしも良好な結晶を成長させることができなかった。また、GaAs歪み超格子を有するシリコン基板等を使用する方法などが試

みられているが、成長層の残留転位は $10^6/\text{cm}^2$ 程度に低減するに止まっている。

さらに、「応用物理第57巻第11号(1988)第1710~1720頁」では、ヘテロエピタキシャル成長に伴う界面近傍の歪み応力の緩和を目的として、陽極化成法によりシリコン基板表面に微小孔を有する多孔質層を形成し、該層の上にGaAsを成長させることが試みられたが、エピタキシャル層の結晶性は、バルク結晶と比較して、良好なものを得ることはできなかった。

(発明が解決しようとする課題)

本発明は、上記の多孔質シリコン基板を改良することにより、結晶性の優れた化合物半導体及びその成長方法を提供しようとするものである。

(課題を解決するための手段)

本発明は、多孔質シリコン基板上に成長させた化合物半導体において、表面変成層のない多孔質シリコン基板を用いたことを特徴とする化合物半導体、及び、多孔質シリコン基板上に化合物半導体を成長させる製造方法において、陽極化成法に

そこで、本発明では、多孔質層表面の変成層を除去したシリコン基板を用いて化合物半導体を成長させることにより、結晶性の優れた化合物半導体を得ることに成功した。即ち、フッ酸等の溶液中で電流密度 $0.1\sim 200\text{mA}/\text{cm}^2$ の範囲で陽極化成することにより、シリコン基板の表面近傍に $20\sim 300\text{\AA}$ の孔径を有する多孔質層を $5\sim 300\mu\text{m}$ の厚さで生成させ、次いで、エッチング、機械的研磨等により表面変成層を除去して上記孔径を表面に露出させた後、該シリコン基板上に化合物半導体を成長させるものである。

このように、変成層を除去した多孔質層の上に化合物半導体を成長させるときには、格子定数が異なる物質であっても、孔を架橋した形で成長することにより、格子不整合による歪みを緩和することができ、ミスフィット転位の導入を防ぐことができるものと考えられる。また、多孔質シリコン層は、通常のシリコンに比べてヤング率が約10分の1と柔軟性に富んでいるため、熱膨張係数が大きく異なる化合物半導体の成長層を、成長温度

よりシリコン単結晶を多孔質化したシリコン基板に対し、予めエッチングまたは機械的研磨等を実施することにより、該基板表面の変成層を除去した後、化合物半導体を成長させることを特徴とする化合物半導体の製造方法である。

(作用)

従来、陽極化成法による多孔質シリコン層の形成機構の研究の中で、多孔質層の表面に変成層(surface porous film)が存在することは知られていたが、この変成層が異種材料間の成長に与える影響については、何等検討が加えられていなかった。

本発明者等は、この変成層に着目して化合物半導体の成長との関係を探ったところ、この変成層は多結晶又は非晶質的な性質をもち、熱に対して弱いため、この上に薄膜結晶を通常の高温成長させることは適さず、さらに、変成層表面には下部の多孔質層とは異なり $10\text{\AA}$ 程度の孔しか開いていないので、ミスフィット転位を低減する機構が作用しないことを見いだした。

から室温に冷却するときにも、2つの物質間の歪みは吸収されるため、化合物半導体成長層の転位や残留応力を大幅に低減することができる。

(実施例)

第1図の手順に従って、(a)のようにシリコン基板に多孔質層を形成し、(b)のように多孔質層表面の変成層を除去し、(c)のようにその上にGaAs単結晶薄膜を成長させて、その結晶性を調べた。まず、シリコン基板への多孔質層の形成は、シリコン基板表面をフッ酸溶液に接触させて、電流密度を $20\text{mA}/\text{cm}^2$ に調節して陽極化成により、厚さ $30\mu\text{m}$ の多孔質層を得た。第1図(a)はこの状態を示したもので、多孔質層表面には変成層が存在している。次いで、エッチングにより多孔質層の表面を厚さ $0.5\mu\text{m}$ 除去して変成層を取り除いた。その後、OMVPE法により厚さ $2.5\mu\text{m}$ のGaAs単結晶薄膜を成長させた。

得られたGaAs単結晶薄膜の転位密度は、 $1\times 10^6/\text{cm}^2$ と大幅に低減することができた。

(比較例1)

従来のシリコン基板の表面に実施例と同様に厚さ2.5 $\mu$ mのGaAs単結晶薄膜を成長させ(第2図)、転位密度を調べたところ、 $4 \times 10^7 \text{ cm}^{-2}$ と大きな値を示した。

(比較例2)

実施例で変成層を除去する前の多孔質シリコン基板(第2図(a))を用い、該基板の上に実施例と同様に厚さ2.5 $\mu$ mのGaAs単結晶薄膜を成長させ(第2図(b))、転位密度を調べたところ、 $1 \times 10^7 \text{ cm}^{-2}$ と大きな値を示した。

(発明の効果)

本発明は、上記の構成を採用することにより、シリコン基板に対して格子定数及び熱膨張係数の異なる化合物半導体を成長させ、成長温度から室温に冷却しても、化合物半導体成長層の残留応力を低く抑えることができ、低転位密度の結晶性の優れた化合物半導体を提供することができるようになった。

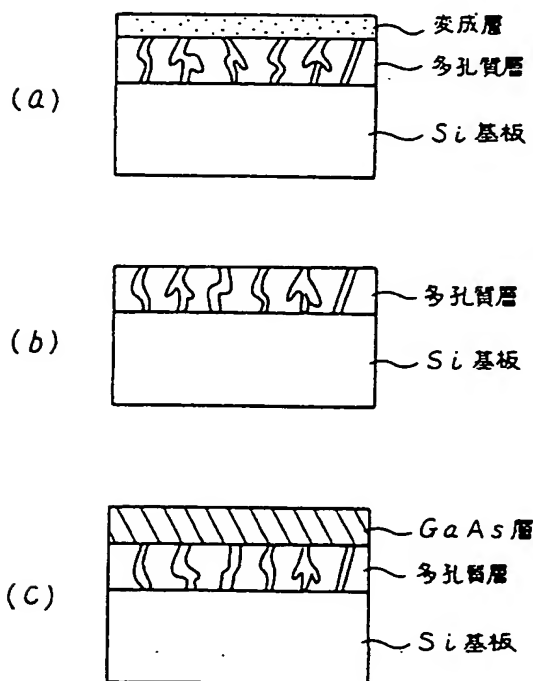
4. 図面の簡単な説明

第1図(a)~(c)は変成層を除去した多孔質シリ

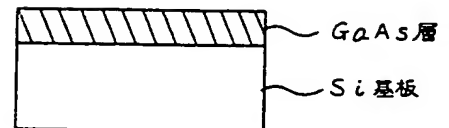
コン基板上にGaAs層を成長させる手順を示した説明図、第2図はシリコン基板に直接GaAs層を成長させた図、第3図(a)及び(b)は変成層を有する多孔質シリコン基板上にGaAs層を成長させる手順を示した説明図である。

代理人 内 田 明  
代理人 萩 原 亮  
代理人 安 西 篤 夫

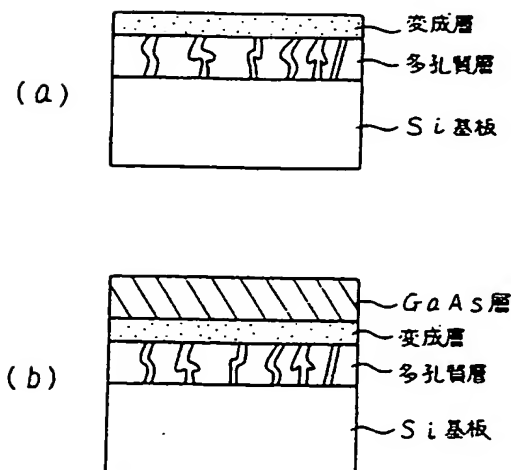
第1図



第2図



第3図



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☒ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☒ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☒ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**